



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**NOSNÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE  
OBCHODNÍHO DOMU**

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A DEPARTMENT STORE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**ONDŘEJ KOŠÍK**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.**

**BRNO 2018**



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Ondřej Košík
<b>Název</b>	Nosná železobetonová konstrukce obchodního domu
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2017
<b>Datum odevzdání</b>	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

---

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

Podklady:

Stavební podklady

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucího práce

## **Zásady pro vypracování**

Pro vícepodlažní železobetonový objekt obchodního domu navrhnete nosnou konstrukci.

Provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: část stropní konstrukce, vybrané sloupy a konstrukci schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce.

Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

## **Struktura bakalářské práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením hlavních částí nosné železobetonové konstrukce obchodního domu. Cílem práce bylo navrhnout a posoudit železobetonovou konstrukci stropní desky, sloupu, schodiště a stěny. Součástí práce je i výkresová dokumentace vybraných prvků. Výpočet vnitřních sil je proveden ve výpočetním programu SCIA Engineer 17 a následně ověřen ruční metodou. Konstrukce je navržena podle norem ČSN EN.

## **Klíčová slova**

Obchodní dům, lokálně podepřená deska, sloup, schodiště, stěna, zatížení, zatěžovací stavy, vnitřní síly, kombinace, metoda součtových momentů, metoda konečných prvků, beton, výztuž, dimenzování, protlačení, výkresová dokumentace

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with the design and assessment of main parts of the carried reinforced concrete structure of a department store. The aim of the thesis was to design and evaluate the reinforced concrete structure of the ceiling slab, pillar, staircase and the wall. A graphical documentation of selected elements is also a part of the thesis. The calculation of internal forces was performed in a computational program SCIA Engineer 17, subsequently this calculation was verified by a manual method. The construction is designed according to the ČSN EN standards.

## **Keywords**

Department store, locally supported slab, pillar, staircase, wall, load, load cases, internal forces, combination, the method of summation moments, finite element method, concrete, reinforcement, reinforcement design, extrusion, drawing documentation

### **Bibliografická citace VŠKP**

Ondřej Košík *Nosná železobetonová konstrukce obchodního domu*. Brno, 2018. 9 s., 87 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 5. 2018

---

Ondřej Košík  
autor práce

# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 5. 2018

---

Ondřej Košík  
autor práce

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za poskytnutí cenných rad, informací a připomínek v průběhu tvorby práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu během celého studia.





VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE  
OBCHODNÍHO DOMU

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A DEPARTMENT STORE

TEXTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ONDŘEJ KOŠÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2018

## OBSAH

Úvod .....	1
Popis objektu .....	2
Popis konstrukce.....	2
Materiálové charakteristiky.....	3
Zatížení .....	4
Vnitřní síly .....	4
Návrh výztuže .....	5
Závěr .....	6
Seznam použitých příloh.....	7
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	8
Seznam příloh.....	9

## Úvod

Cílem bakalářské práce je návrh a posouzení vybraných nosných částí železobetonové konstrukce obchodního třípodlažního domu. Konstrukce byla vymodelována v programu Scia Engineer 17, z kterého byly získány i vnitřní síly. Tyto výsledky jsou následně zkontrolovány pomocí zjednodušené ruční metody, konkrétně se jedná o metodu součtových momentů. Následně je provedeno dimenzování výztuže na ohyb, výztuže proti řetězovému zřícení a výztuže proti protlačení. V dalších částech bakalářské práce je provedeno vyztužení schodiště, stěny a sloupu. Navržená výztuž je poté zakreslena do výkresů výztuže.

K práci jsou přiloženy přílohy, které obsahují jak statický výpočet (viz. příloha P3) tak výkresovou dokumentaci (viz. příloha P2).

## **Popis objektu**

Jedná se o třípodlažní obchodní dům o půdorysných rozměrech 45,0 x 39,0 m. Obchodního dům má celkem dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. V nadzemních podlažích se nachází jednotlivé obchody. Podzemní podlaží slouží jako hromadné garáže. Konstrukční výška objektu je 4,2 m. Jednotlivá pole mají rozměr 7 x 6 m. Vstup do budovy je umístěn na západní straně budovy. Nosný systém je monolitický skelet. Pro zajištění vodorovné tuhosti slouží dvě ztužující jádra. Zastřešení objektu je realizováno jednoplášťovou střechou. Spojení mezi patry je zajištěno především eskalátory. V místě jádra na severní straně je umístěno schodiště, na jižní straně jsou dva výťahy. Opláštění objektu je řešeno lehkým obvodovým pláštěm.

## **Popis konstrukce**

Konstrukční systém je tvořen jako železobetonový monolitický skelet se ztužujícími jádry.

### **Svislé konstrukční prvky**

Sloupy jsou navrženy jako čtvercové o rozměrech 0,4 m × 0,4 m. Stěny ztužujících jader mají půdorysné rozměry 0,3 m × 8,65 m a 0,3 m × 7,65 m. Výška sloupů a ztužujících stěn je 4,2 m. Obvodový plášť je tvořen lehkým obvodovým pláštěm přichyceným na nosnou konstrukci.

### **Vodorovné konstrukční prvky**

Stropní konstrukce je navržena jako lokálně podepřená deska tloušťky 0,26 m, podporována sloupy a ztužujícími stěnami. Osová vzdálenosti těchto podpor jsou 7,0 m × 6,0 m. Deska je na všech stranách předsazena o 1,5 m za líc sloupů. Střecha objektu je uvažována jako jednoplášťová plochá střecha, jejíž nosnou konstrukcí je stropní deska posledního nadzemního podlaží.

### **Schodiště**

Schodiště je navrženo jako železobetonové monolitické. Skládá se ze dvou ramen a podest. Šířka ramene je stanovena na 1,8 m a šířka podest na 1,9 a 1,95 m.

## **Materiálové charakteristiky**

Nosné konstrukce jsou navrženy z betonu C25/30 stupeň vlivu prostředí XC1 a oceli B500B. Pro sloup byl použit beton C30/37.

### **Beton C25/30**

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{cu} = 3,5 \text{ ‰}$$

### **Beton C30/37**

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

### **Ocel B500B**

$$f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

## Zatížení

Stálé zatížení zahrnuje jak plošné zatížení, to znamená vlastní tíhu stropní desky s podhledem, podlahy, vzduchotechniky a osvětlení, tak liniové zatížení od schodiště, eskalátoru a obvodového pláště.

Proměnné zatížení obsahuje užité zatížení, zatížení od přemístitelných příček, liniové zatížení od schodiště a eskalátoru.

Pro výpočet sloupu, stěny a schodiště jsou všechna zatížení plošná vyjma zatížení od obvodového pláště a eskalátoru, která jsou liniová.

Ve výpočtovém 3D modelu je zohledněno také zatížení sněhem a větrem.

V případě desky je vytvořeno 10 zatěžovacích stavů, u ostatních konstrukcí 12 zatěžovacích stavů.

## Vnitřní síly

Pro železobetonovou desku byl vytvořen 2D model a následně pomocí softwaru byly vytvořeny kombinace jednotlivých zatěžovacích stavů. Hodnoty ohybových momentů byly zprůměrovány na šířku daného pruhu. Tyto hodnoty byly porovnány s ručním výpočtem pomocí metody součtových momentů.

Vnitřní síly sloupu, stěny a schodiště byly získány z 3D modelu.

Kombinace byly získány z programu SCIA Engineer 17. Typ EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B rozkladem na lineární únosnost, odpovídá rovnicím 6.10a, 6.10b podle ČSN EN 1990.

$$6.10a) \sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$6.10b) \sum \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

## Návrh výztuže

### Výztuž na ohyb

Výztuž je dimenzována ve dvou na sebe kolmých směrech. Krytí výztuže je 25 mm. Při spodním povrchu byl navržen rastr Ø12/125 v obou směrech. Výpočtem byla stanovena délka stykování přesahem na 600 mm a kotevní délka na 450 mm. Na vykrytí ohybových momentů nad podporami je zvolen při horním povrchu průměr výztuže 12 a 16 mm. V mezisloupových pruzích postačí výztuž Ø12/250. Délka stykování přesahem pro Ø12 je 600 mm. Kotevní délka pro Ø12 byla vypočtena na 450 mm a pro Ø16 je 600 mm.

### Výztuž proti řetězovému zřícení

Jsou navrženy 4Ø20 ve směru x a 4Ø18 ve směru y. Pruty probíhají nad podporami přes celou stropní desku při spodním povrchu desky. V žádném místě nejsou stykovány všechny pruty zároveň. Délka stykování přesahem pro Ø20 byla vypočtena na 1100 mm a pro Ø18 je 1000 mm.

### Výztuž proti protlačení

Výztuž proti protlačení je realizována pomocí smykových lišt. U vnitřních sloupů 12 trnů Ø14. U krajních sloupů 12 trnů Ø12. U rohu stěny 5 trnů Ø12.

### Výztuž sloupu

Svislá nosná výztuž sloupu je z profilů Ø14, umístěných ve všech čtyřech rozích sloupu. Stykování výztuže s výztuží sloupu následujícího patra je vypočtena na délku 800 mm. Třmínky Ø6 jsou rozmístěny po 200 mm a u obou konců sloupu po 120 mm.

### Výztuž stěny

Svislá nosná výztuž stěny je Ø10/150. Vodorovná výztuž je Ø10/150. Stykování výztuže je vypočteno na délku 800 mm. Polohu svislé výztuže je nutno zajistit pomocí spon, minimálně 4ks/m<sup>2</sup>.

### Výztuž schodiště

Schodiště je v místě podest po třech stranách vetknuto do ztužujících stěn. Hlavní výztuž v rameni je u obou povrchu navržena Ø10/200 a rozdělovací výztuž je Ø8/200. Hlavní výztuž v podestách je u obou povrchu navržena Ø10/200 a rozdělovací výztuž je Ø8/200.

## **Závěr**

Cílem práce bylo navrhnout a posoudit konstrukci zadaného objektu a vypracovat výkresovou dokumentaci k řešení konstrukce lokálně podepřené desky a sloupu. Jedním z přínosů při tvoření této práce bylo získání zkušenosti s programem Scia Engineer 17 a následné srovnání výsledků výpočetního softwaru s ručním výpočtem pomocí zjednodušených metod.



## **Seznam použitých příloh**

### **Literatura**

ČSN EN 199

Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1

Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3

Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4

Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1992-1-1

Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

### **Elektronické zdroje**

<https://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL09/protaceni.pdf>

[https://www.fce.vutbr.cz/BZK/studenti/BL01/BL01\\_skripta.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/BZK/studenti/BL01/BL01_skripta.pdf)

<http://www.schindlerdraw.com/escinquiry/Startup.aspx>

<http://www.halfen.com/cz/>

### **Software**

Archicad 20

Autocad 18

Scia Engineer 17

Microsoft Office Word 2016

Microsoft Office Excel 2016

## Seznam použitých zkratk a symbolů

$E_{cm}$	Sečnový modul pružnosti betonu
$E_s$	Návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
$\varepsilon_{cu3}$	Mezní poměrné stlačení betonu pro bilineární pracovní diagram
$\varepsilon_{yd}$	Návrhová hodnota poměrného přetvoření oceli při dosažení meze kluzu
$f_{ck}$	Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
$f_{ctm}$	Průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$f_{yk}$	Charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
$G_{k,j}$	Charakteristická hodnota stálého zatížení
$Q_{k,1}$	Charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
$Q_{k,i}$	Charakteristická hodnota vedlejšího proměnného zatížení
$\gamma_{G,j}$	Dílčí součinitel stálého zatížení
$\gamma_Q$	Dílčí součinitel proměnného zatížení
$\psi_0$	Součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení
$\emptyset$	Průměr prutu betonářské výztuže

## **Seznam příloh**

P1. Použité podklady

P2. Výkresová dokumentace

P3. Statický výpočet